

## DIOXINS ANALYZING METHOD

**Publication number:** JP2002168848

**Publication date:** 2002-06-14

**Inventor:** OGAWA TOMOHIKO; YAMAMOTO HIROYO; ASAI  
YASUYUKI; TAKASUGA TAKUZO

**Applicant:** OGAWA TOMOHIKO

**Classification:**

- international: **G01N33/00; G01N33/50; G01N33/00; G01N33/50;**  
(IPC1-7): G01N33/00; G01N33/50

- european:

**Application number:** JP20000362714 20001129

**Priority number(s):** JP20000362714 20001129

[Report a data error here](#)

### Abstract of **JP2002168848**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To analyze dioxins accumulated in the bodies of animals by detecting a specimen more easily sampled than blood and analyzed with the approximately same accuracy as a blood specimen and using dioxins contained in the specimen as an index. **SOLUTION:** Saliva is collected from an animal as the specimen. With dioxins contained in the saliva as the index, dioxins accumulated in the body of the animal are analyzed.

.....  
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-168848  
(P2002-168848A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002. 6. 14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 N 33/00		G 0 1 N 33/00	D 2 G 0 4 i
33/50		33/50	C

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-362714 (P2000-362714)

(22) 出願日 平成12年11月29日 (2000. 11. 29)

(71) 出願人 500548471

小川 知彦

大阪府豊中市岡町北 1 丁目 1 番 8 号

(72) 発明者 小川 知彦

大阪府豊中市岡町北 1 丁目 1 番 8 号

(72) 発明者 山本 浩代

愛知県一宮市今伊勢町新神戸字九反野14番  
地の 1

(72) 発明者 朝井 康行

岐阜県羽島市江吉良町1600番地の 1

(74) 代理人 100108833

弁理士 早川 裕司 (外 1 名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイオキシン類の分析方法

(57) 【要約】

【課題】 血液よりもサンプリングが容易な検体であって、かつ血液を検体とする場合と同程度の精度で分析することができる検体を見出し、その検体に含有されるダイオキシン類を指標として、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析する。

【解決手段】 動物から採取した唾液を検体とし、唾液中に含有されるダイオキシン類を指標として、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 動物から採取した唾液中に含有されるダイオキシン類を指標として、前記動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析することを特徴とする、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類の分析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動物（特にヒト）の体内に蓄積されているダイオキシン類の分析方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、ポリ塩化ジベンゾーパラジオキシン（PCDD）とポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）とは、まとめて「ダイオキシン類」と呼ばれ、コプラナーポリ塩化ビフェニル（コプラナーPCB）のようにダイオキシン類と同様の毒性を示す物質は「ダイオキシン類似化合物」と呼ばれる。また、PCDD、PCDFおよびコプラナーPCBは、まとめて「ダイオキシン類」と呼ばれることもある。以下では、PCDD、PCDFおよびコプラナーPCBをまとめて「ダイオキシン類」と呼ぶこととする。

【0003】PCDDおよびPCDFは、動物実験の結果から、急性毒性、慢性毒性、発ガン性、生殖毒性、催奇形性、免疫毒性など様々な毒性を有していることが確認されている。また、コプラナーPCBは、体重減少、胸腺萎縮、生殖毒性、ホルフィン症などを引き起こすことが知られている。このようにダイオキシン類はヒトを含む動物に対して種々の毒性を示すため、ダイオキシン類のヒト体内への蓄積状況を分析することは、ヒトの健康を維持していく上で重要である。

【0004】ヒトが日常生活において摂取するダイオキシン類は、その摂取量の90%以上が食事、すなわち経口によるものである。ダイオキシン類は、水にはほとんど溶けないが、脂肪には溶けやすいという性質を有しているため、経口摂取されたダイオキシン類は、主として血液、肝臓、筋肉、皮膚、脂肪組織に分布していき、特に肝臓および脂肪組織に蓄積される。肝臓と脂肪組織のいずれに多くのダイオキシン類が蓄積されるかは動物種によって異なり、ヒトにおいては脂肪組織により多くのダイオキシン類が蓄積される。また、一旦体内に蓄積されたダイオキシン類は代謝されにくく、肝ミクロゾームの薬物代謝酵素によってゆっくりと極性物質に代謝され、代謝物の多くは胆汁中に排泄される。また、ダイオキシン類の体外への排出は、主として糞の排泄によって行われ、尿によるものは少ないとされている。

【0005】したがって、ダイオキシン類のヒト体内への蓄積状況を分析するためには、肝臓や脂肪組織におけるダイオキシン類の蓄積状況を分析することが望ましいが、肝臓や脂肪組織からの検体のサンプリングは困難である。そこで、一般的には、血液をサンプリングし、血

液中のダイオキシン類の濃度を指標として、ダイオキシン類のヒト体内への蓄積状況を分析している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、血液中のダイオキシン類の濃度を測定する場合、血液量として約100mlが必要となるため、乳幼児を対象とすることができない。また、血液採取は医療行為の一環として行なわれるものであるため、多数の検体採取することは困難である。

【0007】そこで、本発明は、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析する際の検体として、血液よりもサンプリングが容易であって、かつ血液を検体とする場合と同程度の精度で分析することができる検体を見出し、その検体に含有されるダイオキシン類を指標として、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析する方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明により提供される動物の体内に蓄積されているダイオキシン類の分析方法は、動物から採取した唾液中に含有されるダイオキシン類を指標として、前記動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析することとを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明において、「ダイオキシン類」には、ポリ塩化ジベンゾーパラジオキシン（PCDD）およびポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）の他、コプラナーポリ塩化ビフェニル（コプラナーPCB）のようにPCDDまたはPCDFと同様の毒性を示すダイオキシン類似化合物が含まれる。

【0010】PCDDは、ジベンゾーパラジオキシン骨格を有する化合物であって、1～4位および6～9位の水素原子のうち1個または複数個が塩素原子に置換された化合物である。また、PCDFは、ジベンゾフラン骨格を有する化合物であって、1～4位および6～9位の水素原子のうち1個または複数個が塩素原子に置換された化合物である。また、PCBは、ビフェニル骨格を有する化合物であって、2～6位および2'～6'位の水素原子のうち1個または複数個が塩素原子に置換された化合物であり、コプラナーPCBは、PCBの中で、2個のフェニル基が立体的に同一平面内にある状態（共平面性：Coplanarity）にあるもの（ノンオルソ体、モノオルソ体およびジオルソ体）である。

【0011】本発明においては、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析する際に、当該動物から採取した唾液を検体として用いる。検体として用いる唾液は、分析対象となる動物が分泌する唾液であり、分析対象となる動物から採取する。分析対象となる動物は、唾液を分泌し得る限り特に限定されるものではなく、その

具体例としては、ヒト、サル、イヌ、ネコ、ラット、モルモット、ウサギなどの哺乳動物が挙げられる。

【0012】検体として用いる唾液は、分析対象となる動物の口腔内から常法に従って採取することができる。唾液を採取する際には、分析対象となる動物が分泌する唾液中に、当該動物が摂取した食物由来のダイオキシン類が混入しないように、分析対象となる動物の口腔内を予めブラッシングなどにより清掃しておくことが好ましい。採取する唾液は、無刺激条件下で分泌される唾液および有刺激条件下で分泌される唾液のいずれでもよい。唾液の採取に用いる器具は、当該器具に付着しているダイオキシン類が唾液中に混入しないように、残留農薬試験用のアセトンやトルエンなどによって十分に洗浄しておくことが好ましい。唾液の採取量は、唾液中に含有されるダイオキシン類の分析に必要な量であり、通常は10ml～数10ml程度である。

【0013】本発明においては、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析する際に、当該動物から採取した唾液中に含有されるダイオキシン類を指標とする。具体的には、当該動物から採取した唾液中に含有されるダイオキシン類の定性分析結果または定量分析結果を指標とすることができる。

【0014】唾液中に含有されるダイオキシン類の定性分析および定量分析は、例えば、高分解能型ガスクロマトグラフィー質量分析計(HRGC/HRMS)を用いた選択イオン検出法(SIM法)によって行なうことができる。この際、唾液サンプルには、分析対象となるダイオキシン類に対応した内標準(例えばコプラナーPCBが分析対象である場合には<sup>13</sup>Cまたは<sup>37</sup>Cで標識した数種のコプラナーPCB)を添加しておく。また、唾液サンプルに内標準を添加した後、前処理を施して、唾液サンプルから分析妨害物質を除去しておく。前処理は、例えば、唾液サンプルを溶媒抽出(例えばジクロロメタン抽出)し、抽出液を濃縮した後、ヘキサンに転溶し、次いで、多層シリカゲルカラムクロマトグラフィー処理することにより行なうことができる。多層シリカゲルカラムは、シリカゲルと水酸化カリウム、硫酸、硝酸銀などを被覆したシリカゲルとを順次積層したカラムである。多層シリカゲルカラムクロマトグラフィー処理の代わりに硫酸処理/シリカゲルカラムクロマトグラフィー処理を行なってもよい。また、前処理として、必要に応じて、アルミナカラムクロマトグラフィー処理、活性炭シリカゲルカラムクロマトグラフィー処理、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)処理を行なってもよい。

【0015】唾液中に含有されるダイオキシン類の定性分析(例えば、高分解能型ガスクロマトグラフ(HRGC)を用いた定性分析)により、唾液中のダイオキシン類の有無を明らかにできるとともに、唾液中に含有されるダイオキシン類の同族体の種類を同定することができ

る。また、唾液中に含有されるダイオキシン類の定量分析(例えば、高分解能型質量分析計(HRMS)を用いた定量分析)により、唾液中に含有されるダイオキシン類の各同族体の量的関係を明らかにできるとともに、唾液中に含有されるダイオキシン類の毒性の強さを毒性等量(TEQ: Toxicity Equivalency Quantity)として算出することができる。したがって唾液中に含有されるダイオキシン類の定性分析結果または定量分析結果として、唾液中のダイオキシン類の有無、唾液中に含有されるダイオキシン類の同族体の種類、唾液中に含有されるダイオキシン類の各同族体の濃度、唾液中に含有されるダイオキシン類の毒性の強さ(毒性等量(TEQ))などを指標とすることができる。

【0016】なお、毒性等量(TEQ: Toxicity Equivalency Quantity)は、多数の同族体の混合物として存在するダイオキシン類の毒性の強さを、各同族体の量にそれぞれの毒性等価係数(TEF: Toxicity Equivalency Factor)を乗じた値である。また、毒性等価係数は、ダイオキシン類の個々の同族体の毒性の強さを、最も毒性が強い2,3,7,8-TCDDを1として表した係数である。

【0017】動物の体内に蓄積されているダイオキシン類の分析には、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類の検出、定性分析、定量分析など、動物の体内におけるダイオキシン類の蓄積状況に関するいかなる分析も含まれる。例えば、唾液中のダイオキシン類の有無を指標として、動物の体内におけるダイオキシン類の蓄積の有無を検出することができる。また、唾液中に含有されるダイオキシン類の同族体の種類を指標として、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類の同族体の種類を同定することができる。また、唾液中に含有されるダイオキシン類の各同族体の量的関係を指標として、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類の各同族体の量的関係を明らかにすることができる。また、唾液中に含有されるダイオキシン類の毒性の強さを指標として、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類が当該動物に与え得る影響を推測することができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づき具体的に説明する。

〔実施例1〕以下の方法により、ヒトから採取した唾液中に含有される14種類のコプラナーPCBの定性分析および定量分析を行なった。

【0019】分析対象とした14種類のコプラナーPCBは、(1) 3,3',4,4'-T<sub>4</sub>CB (TEF(1994)=0.0005; TEF(1998)=0.0001)、(2) 3,3',4,4',5-P<sub>5</sub>CB (TEF(1994)=0.1; TEF(1998)=0.1)、(3) 3,3',4,4',5,5'-H<sub>6</sub>CB (TEF(1994)=0.01; TEF(1998)=0.01) および (4) 3,4,4',5-T<sub>4</sub>CB (TEF(1998)=0.0001) (以上の4種類はNon-ortho-PCBs)、(5) 2',3,4,4',5-P<sub>5</sub>CB

(TEF(1994)=0.0001; TEF(1998)=0.0001)、(6) 2, 3', 4, 4', 5-P<sub>5</sub>CB (TEF(1994)=0.0001; TEF(1998)=0.0001)、(7) 2, 3, 3', 4, 4' -P<sub>5</sub>CB (TEF(1994)=0.0001; TEF(1998)=0.0001)、(8) 2, 3, 4, 4', 5-P<sub>5</sub>CB (TEF(1994)=0.0005; TEF(1998)=0.0005)、(9) 2, 3', 4, 4', 5, 5' -H<sub>6</sub>CB (TEF(1994)=0.00001; TEF(1998)=0.00001)、(10) 2, 3, 3', 4, 4', 5-H<sub>6</sub>CB (TEF(1994)=0.0005; TEF(1998)=0.0005)、(11) 2, 3, 3', 4, 4', 5' -H<sub>6</sub>CB (TEF(1994)=0.0005; TEF(1998)=0.0005) および (12) 2, 3, 3', 4, 4', 5, 5' -H<sub>7</sub>CB (TEF(1994)=0.0001; TEF(1998)=0.0001) (以上の8種類はMono-ortho-PCBs)、(13) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' -H<sub>7</sub>CB (TEF(1994)=0.00001) および (14) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5-H<sub>7</sub>CB (TEF(1994)=0.0001) (以上の2種類はdi-ortho-PCBs)である。

#### 【0020】(1) 唾液サンプルの採取

唾液サンプルの採取に用いる器具は、残留農薬試験用のアセトンおよびトルエンで洗浄し、完全に乾燥させたものを用いた。老若男女あわせて5名の健康人A～Eの口腔内をブラッシングにより清掃した後、無刺激条件下において唾液を約100g採取した。なお、Aの性別は男性、年齢は47歳であり、Bの性別は男性、年齢は37歳であり、Cの性別は女性、年齢は36歳であり、Dの性別は女性、年齢は35歳であり、Eの性別は女性、年齢は32歳である。

#### 【0021】(2) 唾液サンプルの前処理

唾液サンプルの前処理方法の概要を図1に示す。

【0022】唾液サンプルに内標準として、<sup>13</sup>Cで標識した14種類のコプラナーPCBをそれぞれ0.2ng添加した。

【0023】内標準を添加した唾液サンプルをジクロロメタン100mlで抽出し(2回)、得られた抽出液を〔表1〕

	M <sup>+</sup>	(M+2) <sup>+</sup>	(M+4) <sup>+</sup>
T <sub>4</sub> CBs	289.9224	291.9195	
P <sub>5</sub> CBs		325.8805	327.8776
H <sub>6</sub> CBs		359.8415	361.8386
H <sub>7</sub> CBs		393.8025	395.7996
<sup>13</sup> C <sub>12</sub> -T <sub>4</sub> CBs	301.9626	303.9597	
<sup>13</sup> C <sub>12</sub> -P <sub>5</sub> CBs		337.9207	339.9178
<sup>13</sup> C <sub>12</sub> -H <sub>6</sub> CBs		371.8817	373.8788
<sup>13</sup> C <sub>12</sub> -T <sub>7</sub> CBs		405.8428	407.8398

【0028】A～Eから採取した唾液中に含有されるコプラナーPCBの各同族体の濃度(pg/g)および毒性等量(TEQ)は図2に示すとおりであった。なお、図2中、「TEF(1994)」は1994年にWHOによって定められた値を表し、「TEF(1998)」は1998年にWHOによって定められた値を表す。また、「Total TEQ<sup>1</sup>」はTEF(1994)を用いて得られたTEQを表し、「Total TEQ<sup>2</sup>」はTEF(1998)を用いて得られたTEQを表す。

遠心し、水洗(2回)を行なった後、脱水して濃縮した。この粗抽出液の脂肪含有量を測定した後、ヘキサン転溶し、多層シリカゲルカラム(図1に示すように、シリカゲルと水酸化カリウム、硫酸、硝酸銀などを被覆したシリカゲルとを順次積層したカラム)にかけ、得られた画分を濃縮した。これを高分解能型ガスクロマトグラフ-質量分析計(HRGC/HRMS)を用いたSIM法によって分析し、分析結果を内標準の回収率で補正した。

【0024】(3) 高分解能型ガスクロマトグラフ-質量分析計(HRGC/HRMS)を用いたSIM法によるコプラナーPCBの分析

MICROMASS社製のガスクロマトグラフ-質量分析計(AUTOSPEC ULTIMA GC部: HEWLETT PACKARD HP-6890)を用いてコプラナーPCBの分析を行い、A～Eから採取した唾液中に含有されるコプラナーPCBの各同族体の濃度(pg/g)を測定し、これに基づいて唾液中に含有されるダイオキシン類の毒性等量(TEQ)を算出した。

【0025】GC部の操作条件は次のとおりとした。分離カラムとしては、DB-5MS(J&W)に連結したシリカキャピラリーカラム(60m×0.32mm 0.25μm)を用いた。カラム温度は、150℃で1分間維持した後、185℃まで20℃/分の割合で上昇させ、次いで245℃まで2℃/分の割合で上昇させ、245℃で3分間維持した後、290℃まで6℃/分の割合で上昇させた。

【0026】MS部の条件は次のとおりとした。イオン化方法はEI、イオン化電圧は40V、イオン化電流は500μA、加速電圧は8KV、インターフェース温度は295℃、イオン源温度は270℃、分解能は10,000以上とした。また、設定質量数は表1に示すとおりとした。

#### 【0027】

【0029】図2に示すように、14種類のコプラナーPCBのうち、定量下限値(検出限界値(0.01pg/g)以下の値)を示したのは、3,4,4',5-T<sub>4</sub>CB(5サンプル中3サンプル)、3,3',4,4',5-P<sub>5</sub>CB(5サンプル中3サンプル)、3,3',4,4',5,5'-H<sub>6</sub>CB(5サンプル中4サンプル)、2',3,4,4',5-P<sub>5</sub>CB(5サンプル中2サンプル)および2,3,3',4,4',5,5'-H<sub>7</sub>CB(5サンプル中1サンプル)であり、その他のコプラナーPCB

Bは、定性分析および定量分析が可能であった。この結果から、唾液中に含有されるダイオキシン類の定性分析および定量分析は、10～数10mlの唾液を検体とし、高分解能型ガスクロマトグラフィー質量分析計（HRGC/HRMS）を用いたSIM法によって行なうことができることが明らかとなった。

【0030】また、図2に示すように、唾液中のコプラナーPCBの濃度に、加齢（老>若）と性差（男>女）による違いが見られたことから、唾液中のコプラナーPCBの濃度はヒトの体内におけるコプラナーPCBの蓄積状況を反映していることが明らかとなった。すなわち、唾液を検体とし、唾液中に含有されるダイオキシン類を指標とすることにより、乳幼児～老人を含め広く、ヒトの体内におけるダイオキシン類の蓄積状況を分析することができることが明らかとなった。

【0031】図2に示すコプラナーPCBの各同族体の濃度（pg/g）および毒性等量（TEQ）を脂質換算値（唾液中に含有される脂質1gあたりのコプラナーPCBの各同族体の濃度（pg/g）および毒性等量（TEQ））で表すと、図3のとおりとなる。なお、A～Eから採取した各唾液100g中に含有されている脂質量を測定したところ、A：12mg、B：11mg、C：5mg、D：2mg、E：5mgであったので、各唾液中の脂質量に基づいて脂質換算値を求めた。

【0032】一方、公知の文献（Chemosphere, Vol.37, Nos 9-12, pp.1773-1780, 1998）には、健康人F～Hから採取した血液中に含有されるコプラナーPCBの各同族体の濃度（pg/g）および毒性等量（TEQ）が脂質換算値で表されており、それを図4で引用する。なお、図4中、「Incl up」は2',3,4,4',5-P<sub>5</sub>CBが2,3',4,4',5-P<sub>5</sub>CBのピークに含まれることを表す。

【0033】図3と図4とを比較すると、プラナーPCB

Bの各同族体の濃度（pg/g）および毒性等量（TEQ）は、血液を検体とした場合と唾液を検体とした場合とで顕著な差はなかった。この結果から、唾液を検体として用いることにより、血液を検体として用いた場合と同程度の精度で、ヒトの体内におけるダイオキシン類の蓄積状況を分析することができることが明らかとなった。

【0034】以上のことから、血液よりもサンプリングが容易な唾液を検体とし、唾液中に含有されるダイオキシン類を指標とすることにより、血液を検体とする場合と同程度の精度で、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析することができることが明らかとなった。すなわち、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析する際に、血液に代わる検体として唾液を用いることができることが明らかとなった。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、血液よりもサンプリングが容易な唾液を検体とし、唾液中に含有されるダイオキシン類を指標とすることにより、血液を検体とする場合と同程度の精度で、動物の体内に蓄積されているダイオキシン類を分析することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】唾液サンプルの前処理方法の概要を示す図である。

【図2】唾液サンプル中に含有されるコプラナーPCBの濃度（pg/g）と毒性等量（TEQ）を表す図である。

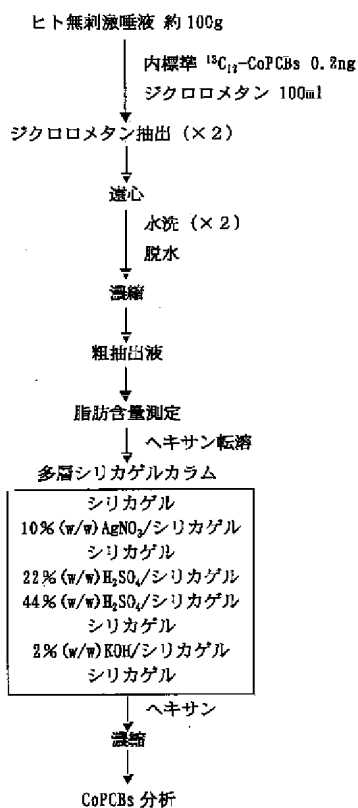
【図3】唾液サンプル中に含有されるコプラナーPCBの濃度（pg/g）と毒性等量（TEQ）を脂質換算値で表した図である。

【図4】血液サンプル中に含有されるコプラナーPCBの濃度（pg/g）と毒性等量（TEQ）を脂質換算値で表した図である。

【図4】

	IEF (1994)	F	G	H
3,3',4,4'-T <sub>4</sub> CB	0.0005	25	24	18.4
3,3',4,4',5-P <sub>5</sub> CB	0.1000	149	134	29.0
3,3',4,4',5,5'-H <sub>6</sub> CB	0.0100	84	99	32.2
2,3,3',4,4'-P <sub>5</sub> CB	0.0001	11304	8603	3600
2,3,4,4',5-P <sub>5</sub> CB	0.0005	2745	2756	2000
2,3',4,4',5-P <sub>5</sub> CB	0.0001	43599	41021	17100
2',3,4,4',5-P <sub>5</sub> CB	0.0001	676	789	Incl up
2,3,3',4,4',5-H <sub>6</sub> CB	0.0005	13962	18218	5400
2,3,3',4,4',5'-H <sub>6</sub> CB	0.0005	3131	4092	1700
2,3',4,4',5,5'-H <sub>6</sub> CB	0.00001	8325	8455	2700
2,3,3',4,4',5,5'-H <sub>7</sub> CB	0.0001	850	925	1300
2,2',3,3',4,4',5-H <sub>7</sub> CB	0.0001	17531	20820	15400
2,2',3,4,4',5,5'-H <sub>7</sub> CB	0.00001	84082	79759	31200
Total TEQ		33.99	35.03	11.86

【図1】



【図2】

	TEF (1994)	TEF (1998)	A	B	C	D	E	blank
3,3',4,4'- $\text{T}_4\text{CB}$	0.0005	0.0001	8.6	1.5	0.069	0.057	0.025	N.D.
3,4,4',5'- $\text{T}_4\text{CB}$	—	0.0001	0.83	0.084	N.D.	N.D.	0.0032	N.D.
3,3',4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.1000	0.1000	0.55	0.013	N.D.	0.0049	N.D.	N.D.
3,3',4,4',5,5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.0100	0.0100	0.14	N.D.	N.D.	N.D.	0.0079	N.D.
2,3,3',4,4'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0001	0.0001	39	1	0.16	0.084	0.11	0.0096
2,3,4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0005	0.0005	3.3	0.22	0.032	0.019	0.022	N.D.
2,3',4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0001	0.0001	77	2.8	0.58	0.28	0.38	0.031
2',3,4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0001	0.0001	7.4	0.096	0.022	0.0069	0.0047	N.D.
2,3,3',4,4',5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.0005	0.0005	7.1	0.52	0.19	0.12	0.097	N.D.
2,3,3',4,4',5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.0005	0.0005	1.8	0.14	0.032	0.022	0.025	N.D.
2,3',4,4',5,5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.00001	0.00001	2.9	0.15	0.057	0.026	0.016	N.D.
2,3,3',4,4',5,5'- $\text{H}_7\text{CB}$	0.0001	0.0001	0.58	0.055	0.016	0.0092	0.025	N.D.
2,2',3,3',4,4',5'- $\text{H}_7\text{CB}$	0.0001	—	5.3	0.68	0.18	0.086	0.14	N.D.
2,2',3,4,4',5,5'- $\text{H}_7\text{CB}$	0.00001	—	13	2.2	0.65	0.47	0.38	N.D.
Total TEQ <sup>1</sup>			0.080	0.0030	0.00026	0.00040	0.00019	0.0000035
Total TEQ <sup>2</sup>			0.076	0.0023	0.00021	0.00037	0.00017	0.0000035

【図3】

	TEF (1994)	TEF (1998)	A	B	C	D	E	blank
3,3',4,4'- $\text{T}_4\text{CB}$	0.0005	0.0001	72000	14000	1400	2900	500	N.D.
3,4,4',5'- $\text{T}_4\text{CB}$	—	0.0001	6900	760	N.D.	N.D.	64	N.D.
3,3',4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.1000	0.1000	4600	120	N.D.	250	N.D.	N.D.
3,3',4,4',5,5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.0100	0.0100	1200	N.D.	N.D.	N.D.	160	N.D.
2,3,3',4,4'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0001	0.0001	330000	9100	3200	4200	2200	0.0096
2,3,4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0005	0.0005	28000	2000	640	950	440	N.D.
2,3',4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0001	0.0001	640000	25000	12000	14000	7600	0.031
2',3,4,4',5'- $\text{P}_5\text{CB}$	0.0001	0.0001	62000	870	440	300	94	N.D.
2,3,3',4,4',5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.0005	0.0005	59000	4700	3800	6000	1900	N.D.
2,3,3',4,4',5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.0005	0.0005	15000	1300	640	1100	500	N.D.
2,3',4,4',5,5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.00001	0.00001	24000	1400	1100	1300	320	N.D.
2,3,3',4,4',5,5'- $\text{H}_6\text{CB}$	0.0001	0.0001	4800	500	320	460	500	N.D.
2,2',3,3',4,4',5'- $\text{H}_7\text{CB}$	0.0001	—	44000	6000	3600	4300	2800	N.D.
2,2',3,4,4',5,5'- $\text{H}_7\text{CB}$	0.00001	—	110000	20000	13000	24000	7600	N.D.
Total TEQ <sup>1</sup>			670	27	5.2	20	3.8	0.0000035
Total TEQ <sup>2</sup>			630	21	4.2	19	3.4	0.0000035

フロントページの続き

(72)発明者 高菅 卓三

Fターム(参考) 2G045 BB10 BB14 CB07 FB06 JA02

京都府京都市中京区西ノ京三条坊町2番地  
の4